

Chapitre 1

Généralités sur les Systèmes d'Informations Géographiques SIG

1. Introduction

L'information géographique (c.-à-d., L'information foncière, l'information spatiale) est une information qui peut être associée à un lieu, une adresse, une section, un code postal ou des coordonnées de latitude et de longitude. Une multitude de fonctions gouvernementales nécessitent des informations géographiques, au moins 70% de toutes les informations utilisées par les gouvernements locaux sont référencées géographiquement. Par exemple, planification et zonage, gestion des ressources naturelles, gestion des infrastructures et des transports, planification du développement économique et santé et sécurité publique.

L'information géographique désigne toute information sur des objets ou des phénomènes (appelés entités géographiques) localisables à la surface de la terre. Elle est classiquement représentée sous forme cartographique, avec ses 2 composantes : une composante graphique : la carte et une composante attributaire : la légende, qui identifie les entités représentées.

2. Introduction au SIG

2.1 Historique

Les premiers SIG opérationnels sont apparus dans les années 1960 au Canada et aux Etats Unis. Le pionnier est indiscutablement le Canadian Geographic Information System (1964) qui rassemble des informations relatives à l'usage du sol, et des données concernant l'environnement, sur une grande partie du territoire canadien. Deux autres réalisations avant-gardistes méritent d'être mentionnées : le New York Land Use Information System (1967) et le Minnesota Information System (1969). Depuis cette époque, les coûts et les difficultés techniques ont considérablement diminué. [13]

2.2 La Géographie

Est une science qui a pour objet la description de la Terre et en particulier l'étude des phénomènes physiques, biologiques et humains qui se produisent sur le globe terrestre [1].

2.3 L'information géographique

Est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel ou imaginaire, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné et quelles qu'en soient la dimension et l'échelle de représentation. [4]

2.4 Base de données géographiques

C'est un ensemble des données spatiales et non spatiales structurées et organisées de manière à être interrogeables et analysables de façon interactive ou automatique.

Une base de données géographique concerne habituellement une zone définie. Elle est gérée par un logiciel SIG. Elle intègre les données elles-mêmes ainsi que leurs métadonnées. Une base de données géographique est un ensemble de couches superposables.

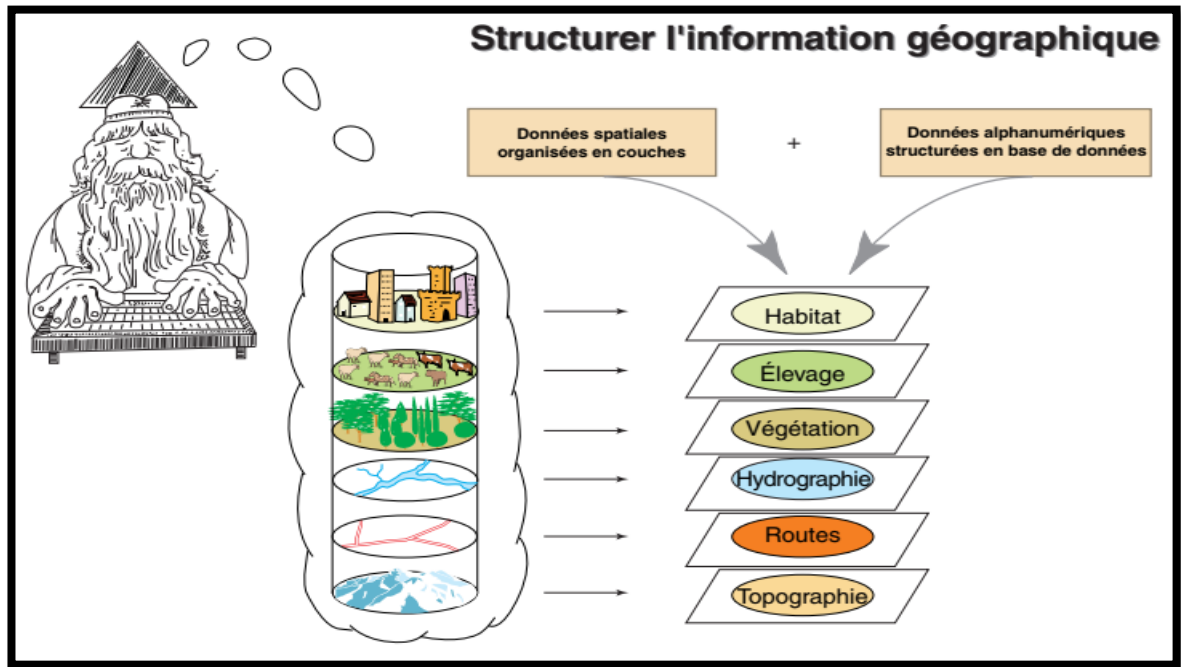


Figure 1.1 : Structurer l'information géographique [3]

2.5 Géomatique

La géomatique est la combinaison syntaxique de deux mots : Géographie et Informatique. La géomatique regroupe l'ensemble des outils et méthodes permettant d'acquérir, de représenter, d'analyser et d'intégrer des données géographiques. La géomatique consiste donc en au moins trois activités distinctes : collecte, traitement et diffusion des données géographiques.

2.6 Un SIG

Un système d'Information Géographique est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent.

Un système d'information géographique (SIG) est un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques.

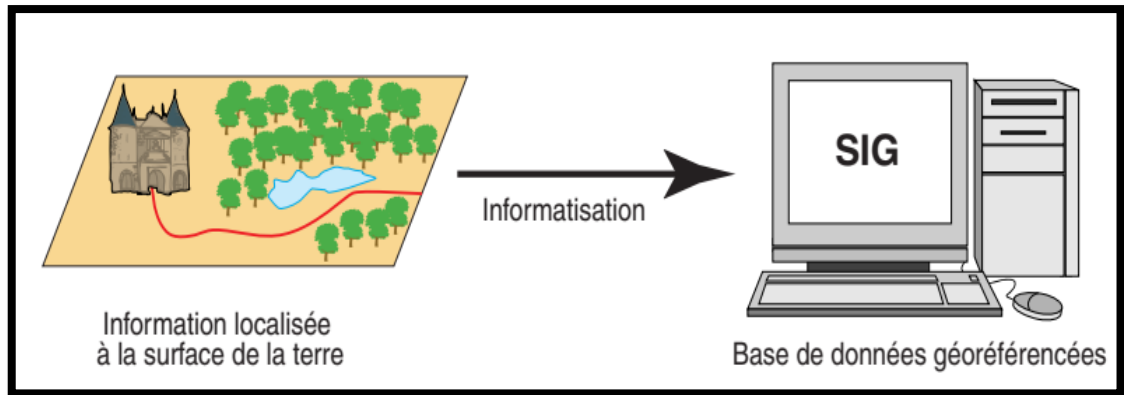


Figure 1.2 : Définition du SIG [3]

Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. (Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989)

3. Les composants d'un SIG

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

3.1 Matériel

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

3.2 Logiciel

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.

Principaux composants logiciel d'un SIG :

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques.
- Système de gestion de base de données.
- Outils géographiques de requête, analyse et visualisation.
- Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.
-

3.3 Données

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

3.4 Utilisateurs

Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

3.5 Méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.



Figure 1.3 : Les cinq composants majeurs d'un SIG

4. Comment fonctionne un SIG

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

4.1 Références géographiques

L'information géographique contient soit une référence géographique explicite (latitude & longitude ou grille de coordonnées nationales) ou une référence géographique implicite (adresse, code postal, nom de route...).

Le géocodage, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la terre afin de les analyser.

4.2 Représentation de l'information géographique dans un SIG

Les Systèmes d'Information Géographique exploitent deux différents types de modèles géographiques

4.2.1 Le modèle vecteur

Dans le modèle vecteur, les informations sont regroupées sous la forme de coordonnées x, y. Les objets de type ponctuel sont dans ce cas représentés par un simple point. Les objets linéaires (routes, fleuves...) sont eux représentés par une succession de coordonnées x,y. Les objets polygonaux (territoire géographique, parcelle...) sont, quant à eux, représentés par une succession de coordonnées délimitant une surface fermée. [2]

Le modèle vectoriel est particulièrement utilisé pour représenter des données discrètes.

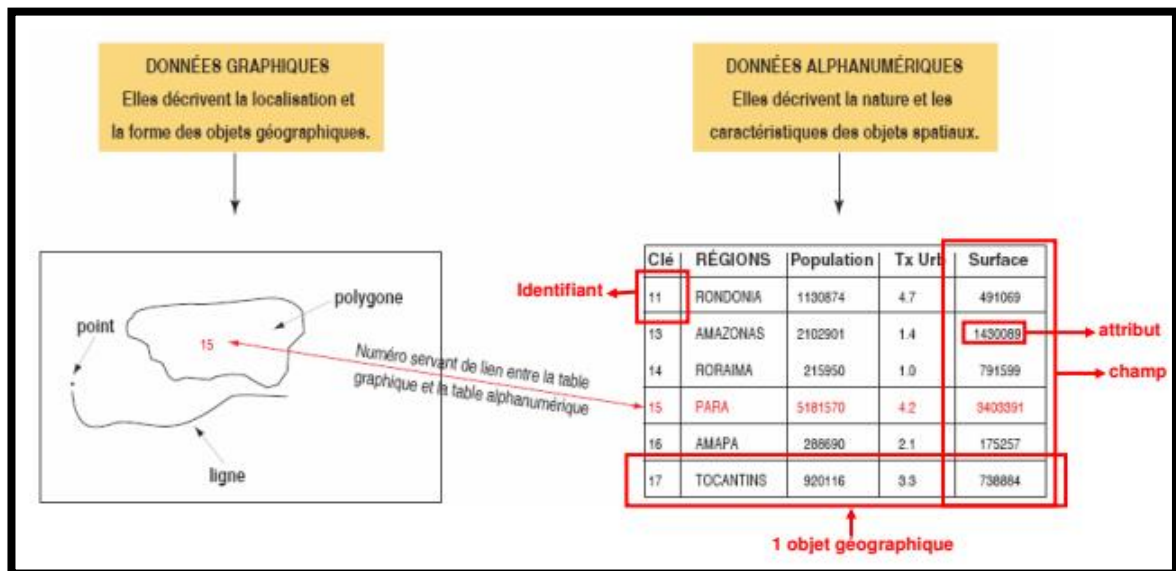


Figure 1.4 : Données vectorielles [3]

Les Points

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points cotés. [3]

Les lignes

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau. [3]

Les polygones

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols... [3]

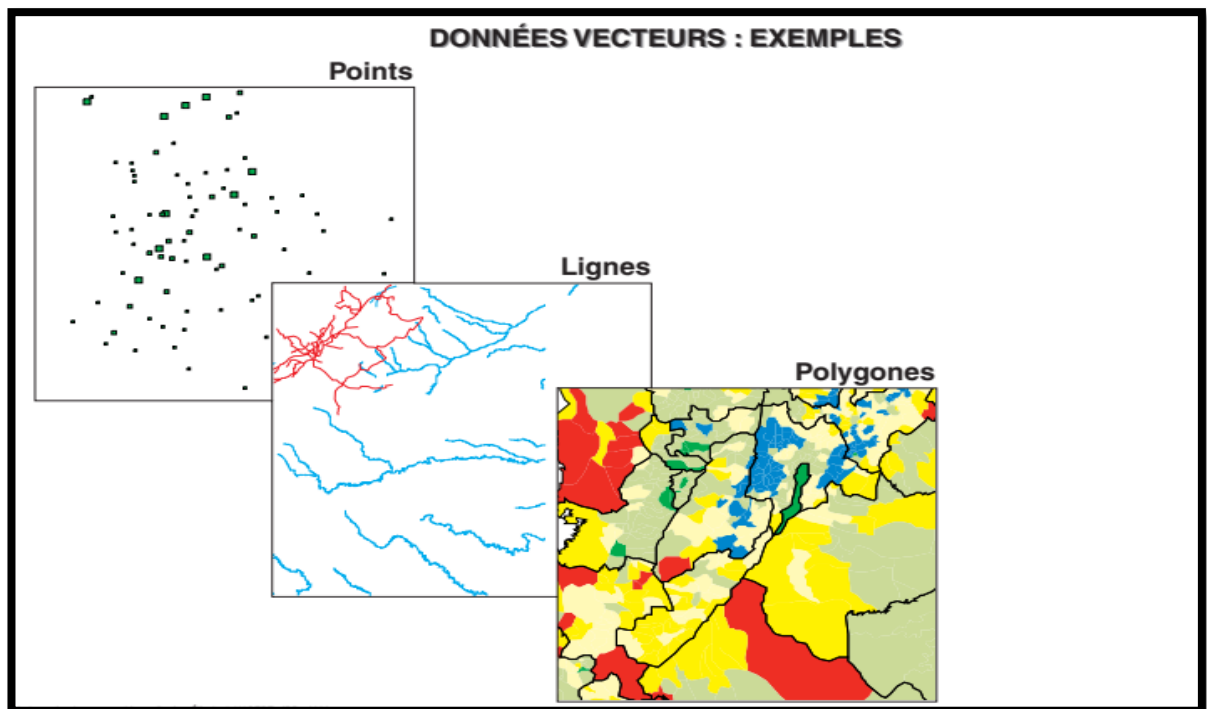


Figure 1.5 : Données vecteurs : exemple [3]

4.2.2 Le modèle raster

Le modèle raster, quant à lui, est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol...

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique. [3]

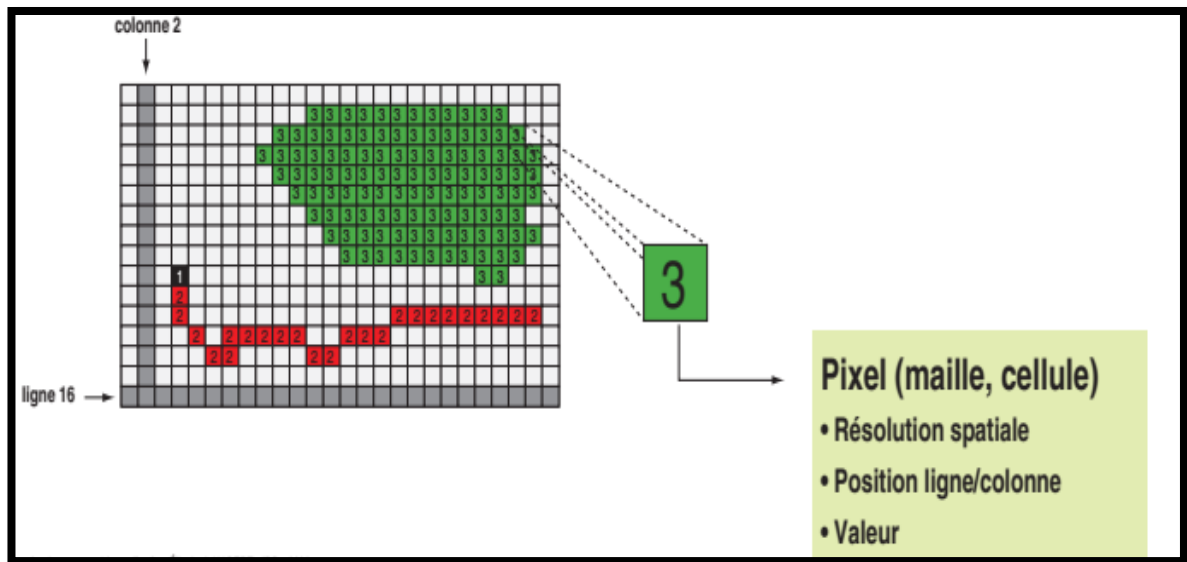


Figure 1.6 : Données raster [3]

Chacun de ces deux modèles de données dispose de ses avantages. Un SIG moderne se doit d'exploiter simultanément les données raster et vectoriel de représentation.

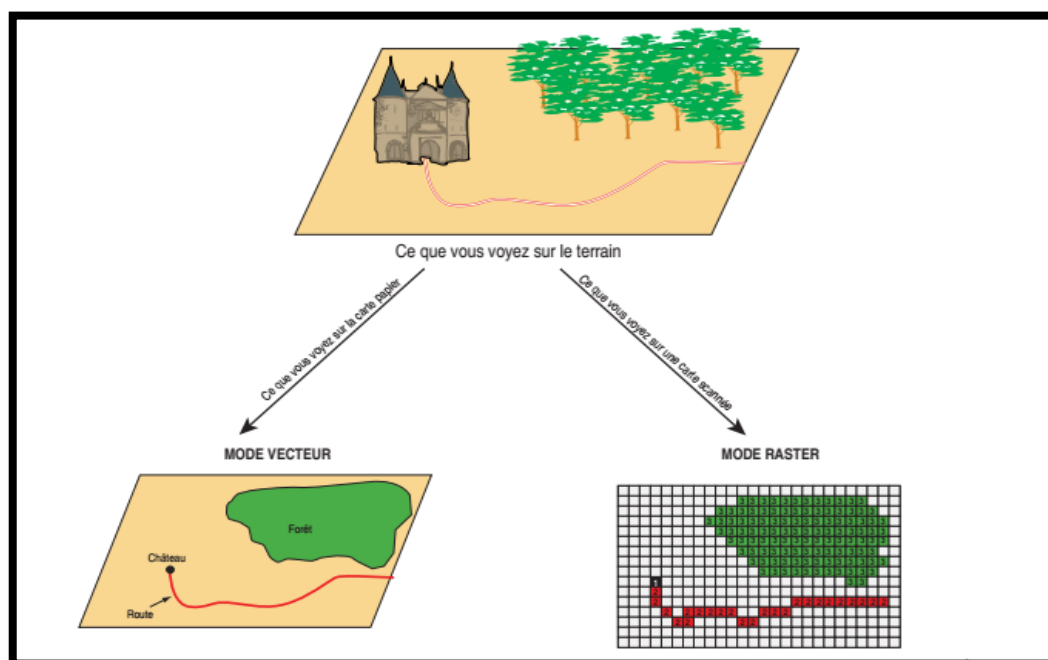


Figure 1.7 : Modèles de données vecteurs et raster [3]

4.2.3 Comparaison des structures des données spatiales

Les deux structures de représentation des données spatiales représentent des avantages et des Inconvénients. Le tableau 1.1 illustre une comparaison des deux structures.

Mode Vectoriel	Mode Matriciel
Elément de représentation = Objet	Elément de représentation = Maille
Identification de l'objet avec précision	Précision dépend de la résolution
Structure topologique complexe : Relations de voisinage explicites Analyse de réseau	Topologie implicite Relation de connectivité entre les mailles
Espace mémoire réduit	Espace mémoire volumineux
Analyses spatiales limitées	Combinaisons illimitées des données
Document de sortie de qualité nette	Médiocrité de la qualité de sortie

Tableau 1.1 : Comparaison entre les structures vectorielles et rasters

5. Les principales fonctions d'un SIG

Le tableau suivant représente les fonctions de base et les taches principales d'un S.I.G

Cartographie et Visualisation	Comprendre la localisation et les relations entre les cartes et les représentations visuelles.
Gestion des Contenus	Collecter, organiser et maintenir des données précises de toutes vos ressources et actifs.
Mobilité sur le terrain	Gérer et équiper des collaborateurs nomades pour recueillir et accéder à de l'information sur le terrain
Surveillance	Suivre, gérer et surveiller les actifs et les ressources en temps réel.
Analyses	Découvrir, quantifier et prédire les tendances et les modèles pour améliorer les résultats.
Conception et planification	Évaluer des solutions alternatives et créer des concepts optimaux.
Aide à la décision	Acquérir une parfaite connaissance de la situation et permettre la prise de décisions axée sur l'information.
Engagement collaboratif	Communiquer et collaborer avec les citoyens et les différentes communautés concernées.
Partage et collaboration	Donnez le pouvoir à tous de facilement découvrir, utiliser, créer et partager des informations géographiques.

Tableau 1.2 : Les principales fonctions d'un SIG

6. Les données pour un SIG

Si l'on considère un Système d'Information Géographique comme un moteur, il est essentiel pour qu'il fonctionne de l'alimenter avec un carburant. Dans l'univers des SIG, ce carburant ce sont les données. Si vous n'êtes pas familier avec les données cartographiques et les autres bases de données, posez-vous d'abord la question " quel est l'usage de ces données et qu'elle en est la finalité ? "[2]

Nous proposons de découvrir ici quelques grands thèmes de données disponibles qui servent aujourd'hui de référence à de nombreux projets SIG dans le monde.

6.1 Les données cartographiques de base

Elles incluent les routes et autoroutes, les limites administratives, les noms de communes, les cours d'eau, les espaces verts et d'une façon générale toutes les informations habituelles disponibles sur une carte papier. Ces données sont majoritairement disponibles sous la forme raster. [2]

6.2 Les cartes et données sectorielles

Elles intègrent des informations sur la démographie, les habitudes de consommation, les aspects financiers, la santé, les télécommunications, la criminalité, la sécurité civile, les entreprises, les transports et de nombreuses autres informations sectorielles. Ces données sont disponibles suivant les cas en format cartographique ou sous forme de données tabulaires. [2]

6.3 Les cartes et données environnementales

Elles réunissent les informations sur l'environnement, le climat, les risques liés à l'environnement, les images satellites, la topographie et les ressources naturelles. [2]

6.4 Les cartes et données de références mondiales

Elles illustrent une représentation mondiale intégrant les frontières et toutes les informations liées à chaque pays (populations, revenus, PIB, économie...). [2]

7. Les Objectifs du SIG [11]

- Définir les bases de la référence spatiale.

- Développer et utiliser des outils pour localiser les différents éléments du territoire, existants ou à mettre en place.
- Intégrer ou rendre intégrables les données obtenues en fonction des systèmes de référence choisis
- Intégrer ou rendre intégrables les données obtenues en fonction des systèmes de référence choisis.
- Offrir des données et information de qualité.
- Améliorer leur traitement, stockage et diffusion grâce à l'informatique
- Analyser différents scénarios décisionnels à partir des informations obtenues

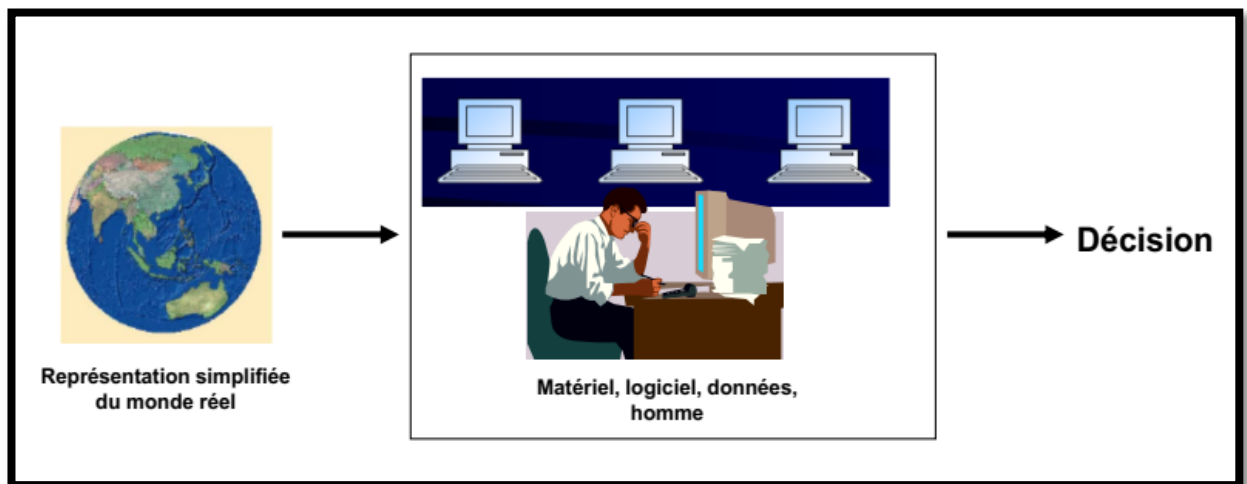


Figure 1.8 : Le concept de SIG

8. Les domaines d'application : [12]

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés.

Citons cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)

- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (cartographie, mouvement de terrain, amiante environnemental, prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)
- La gestion des réseaux électriques

9. Exemples des travaux connexes sur SIG

9.1 Ressources naturelles

Le SIG est un outil puissant qui vous aide à gérer la fourniture d'eau et le traitement des eaux souterraines se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol. En tant que ressource naturelle les eaux souterraines sont la principale source de développement des terres dans les pays du Golfe Arabo-Persique, en particulier aux Émirats arabes unis.

Dans les régions arides, le pompage et l'extraction des eaux souterraines en excès d'eau souterraine quantitativement et qualitativement. L'effet des attributs topographiques sur l'accumulation des eaux souterraines la salinité des eaux souterraines a été étudié dans la partie sud-ouest d'Al Ain, Abu Dhabi, en utilisant le modèle d'élévation numérique(DEM). Sept attributs topographiques, tels que la topographie, la pente, l'aspect, le relief, la zone de captage et le réseau de drainage ont été calculés. Les résultats montrent que la zone est drainée par 3 bassins principaux émergeant du mont Hafeet et drainant vers le sud-ouest en direction d'Ain Al Fayda et des dunes de sable. [24]

9.2 Dans les réseaux électriques

Projet N°1

Utilisé depuis plusieurs décennies pour la gestion documentaire des infrastructures de réseaux, le SIG s'ouvre aujourd'hui largement aux autres activités de l'entreprise et permet d'exploiter la base de données des installations en vue des opérations de maintenance préventive & curative, pour une meilleure gestion des interventions lors par exemple des interruptions de services.

Au niveau du pays Arabe et africaine le Soudan, une solution proposée par Sudan University of Science and Technology (SUST) dans les systèmes de distribution d'énergie électrique, les méthodes traditionnelles ne peuvent pas détecter et localiser des défauts du client en temps réel et répondre aux leurs plaintes des pannes l'énergie électriques en même temps, parce que l'information requise est dispersée parmi des bases de données isolées. [25]

Un prototype décrit le flux des données entre différents systèmes et intègre tout dans une base de données logique qui contient toutes les données sur les clients. Le modèle proposé dépend de trois sous-systèmes principaux: les systèmes SIG, SCADA et Call Center. Toutes ces informations seront dans une base de données globale logique qui contient des tables d'informations spatiales, tables d'informations sur les ressources, tables d'informations sur la topologie et tables d'informations sur les opérations.

Cette méthode a été montré pour améliorer de manière significative la **précision** et l'efficacité de la **détection de défaut** dans réseaux de distribution et de **réduire** le temps de réponse dans les centres d'appels.

Applications de SIG dans le réseau d'alimentation électrique sont énoncées dans ce projet, qui sont intégré entre les données du système et SIG peut être utilisé pour Audit énergétique, gestion de la charge, réseau planification et analyse déterminer le chemin optimale, la plus courte et la plus économique lignes de transmission , prévoir et prédire la quantité de puissance nécessaire à l'avenir qui conduit à prioriser les projets, identifier exigences de propriété de sous-station, contrôler le la croissance de la demande. Une méthode pour créer une base de données SIG pour un utilitaire de puissance est également proposée. Pour l'avenir, il est recommandé d'entraîner certains ingénieurs électriciens dans l'utilitaire d'alimentation sur l'utilisation du SIG. Aussi SIG et GPS peuvent obtenir plus impliqué dans plus d'applications dans l'électricité système comme les mesures de zone étendue en temps réel utilisant le GPS comme déclencheur.

Ce Projet montre les applications possibles de SIG dans l'énergie électrique système, comment SIG aide à déterminer le **meilleur chemin** pour les lignes de transmission, comment cela aide à **prévoir la croissance de la charge** et de la sous-station emplacement, et comment il est plus facile à **gérer les catastrophes** et localise la **faute** en utilisant le SIG. Bref démonstration à propos le SIG et GPS est donné. Une méthode pour développer une base de données SIG pour un service d'électricité est proposé avec comment SIG peut connecter les informations à cet utilitaire.

10.Conclusion

Les SIG sont des outils d'aide à la décision et de prospective, très utiles dans une stratégie d'aménagement de l'espace. Une des finalités des SIG est de produire des cartes et des analyses, afin d'élaborer un diagnostic, aider à la décision et servir d'appui aux débats.